27 DECEMBER 1924

TEKNISK TIDSKRIFT

ÅRGÅNG 54

UTGIVEN AV SVENSKA TEKNOLOGFÖRENINGEN

VÄG- OCH VATTENBYGGNADSKONST 12

Redaktör: WALO FINNÉ

KONSTRUKTION AV RADIOTORN TILL VARBERGS RADIOSTATION VID GRIMETON.

Av professor H. Kreüger.

I sept. 1922 erhöll undertecknad av Telegrafstyrelsens radiobyrå i uppdrag att enligt av Radiobyrån angivna önskemål utarbeta förslag till sex c:a 127 m höga radiotorn av järn med 46 meters tvärarmar i toppen för uppbärande av 12 st. antenntrådar. I mitten av november s. å. utlystes arbetet på entreprenad och den 20 december tecknades kontrakt mellan Radiobyrån och A.-b. Lindholmen-Motala rörande tornens utförande å färdiga grunder.

Grundläggningen utfördes genom Radiobyrån, varvid arbetet handhades av ingenjör N. Norén. För undersökningar och kontroll på platsen tjänstgjorde ingenjör Einar Lundqvist under tiden för stationsbyggnadens utförande och grundläggningen till tornen.

Ingenjör Olof Lundqvist har varit anställd som kontrollant vid järntornens hopsättning och utförande på platsen.

Efter förberedande undersökningar rörande lämplig typ å tornens fackverkskonstruktion fastslogs det system, som framgår av fig. 1. Av de sex tornen erfordrades kraftigare dimensioner å de båda yttersta, de s. k. ändtornen, under det att de fyra mellersta, de s. k. mellantornen, kunde göras något klenare, detta på grund av fördelaktigare belastningar, varom detaljerade uppgifter lämnas i det följande. I själva fackverkssystemet gjordes dock ingen skillnad vid de båda torntyperna utan endast vad beträffar stångdimensioner och nitar.

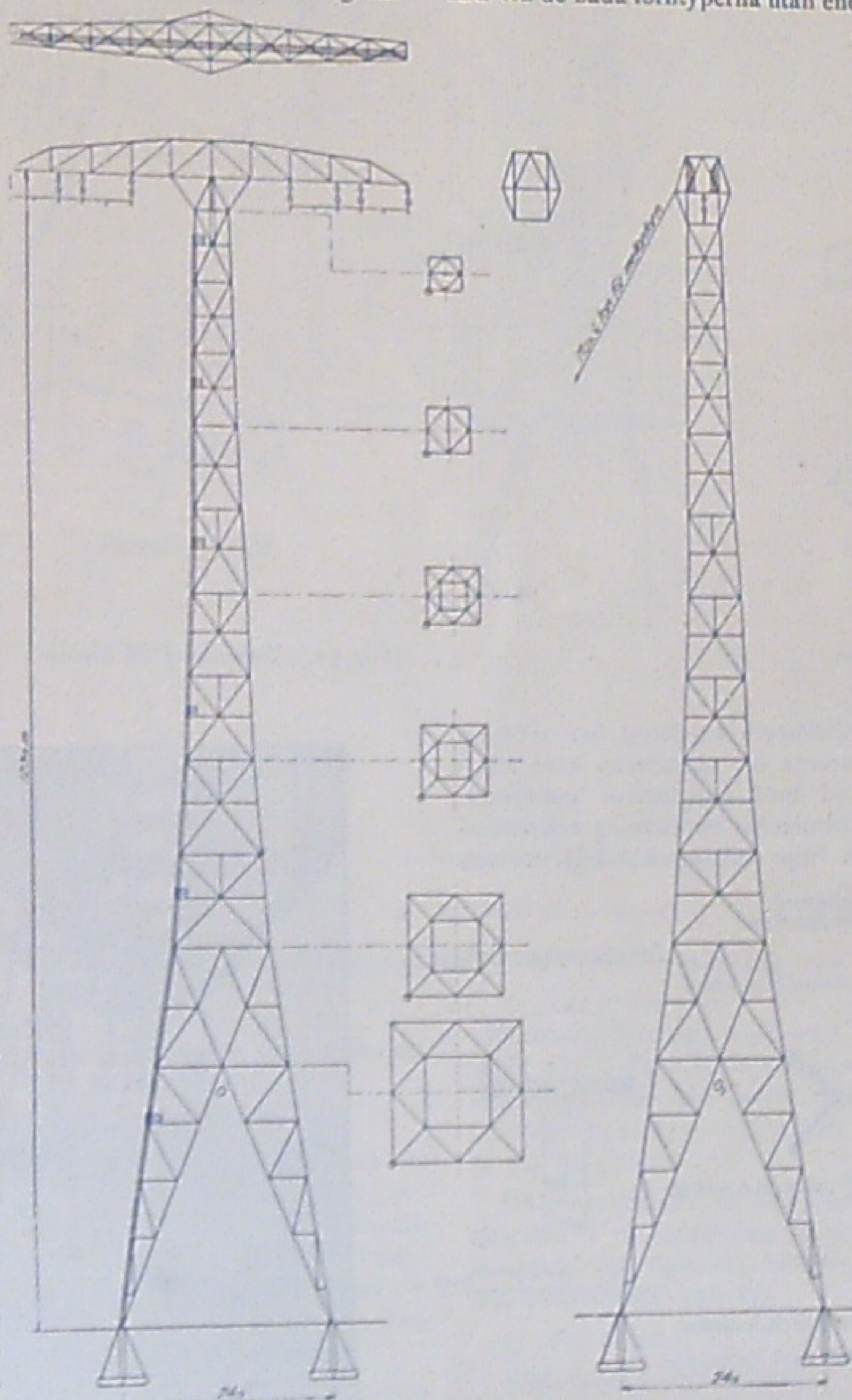


Fig. 1. Stångsystem till radiotorn.

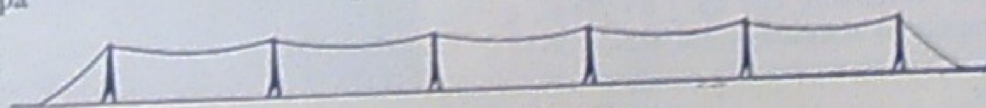


Fig. 2. Antennlinje och torn.

Tornens inbördes avstånd var c:a 380 meter. Fig. 2 utvisar en schematisk bild över tornuppställningen och antennernas upphängning. Den ogynnsammare belastningen för ändtornen framgår därvid tydligt.

Tornen äro som synes fristående, dvs. ej uppstyvade genom staglinor. Själva tornvikten blir genom frånvaron av staglinor proportionsvis betydligt ökad, men det nu valda systemet lämnar möjlighet till lämpligare placering av antennerna. Det torde även vara fördelaktigt att i det prövande västkustklimatet med fuktiga och salta vindar icke nedgå till alltför tunna järndimensioner.

Varje torn vilar på fyra armerade betongplintar av korsformad sektion med utbredd platta i botten samt så utformade (se fig. 3), att de kunna upptaga de lyftkrafter, som uppstå vid stark blåst. För mellantorn kan maximilyftkraften i grundbultarna antagas till c:a 80 ton och för ändtorn till c:a 97 ton. Lyftkrafterna motvägas av fundamentens vikt och vikten av närmast omgivande jordmassa. Säkerhetsgraden har härvid beräknats till minst 1,5-faldig i ogynnsammaste belastningsfall.

Maximi*trycket* mot fundamentet kan vid mellantorn antagas till c:a 150 ton och vid ändtorn till c:a 190 ton.

Marken var av sådan beskaffenhet, att några svårigheter ej uppstodo för att hålla påkänningarna inom tillåtna gränser (1 à 2 kg/cm²) med undantag dock för torn nr 2, där fast botten uppnåddes först på c:a 10 m djup. På grund härav användes träpålar under de fyra plintarna för detta torn till sagda djup.

Tornen äro samtliga försedda med stege med ryggskydd av böjda, klena rundjärn samt med plattformar av impregnerat trä på de höjdlägen, som angivas av fig. 1. Detalj till stegens konstruktion framgår av fig. 4. I toppen av varje torn har anordnats en tvärarm eller brygga, med 46 m avstånd

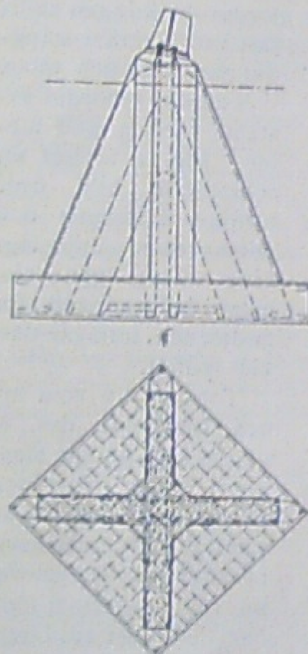


Fig. 3. Fundament till ett av radiotornens ben.

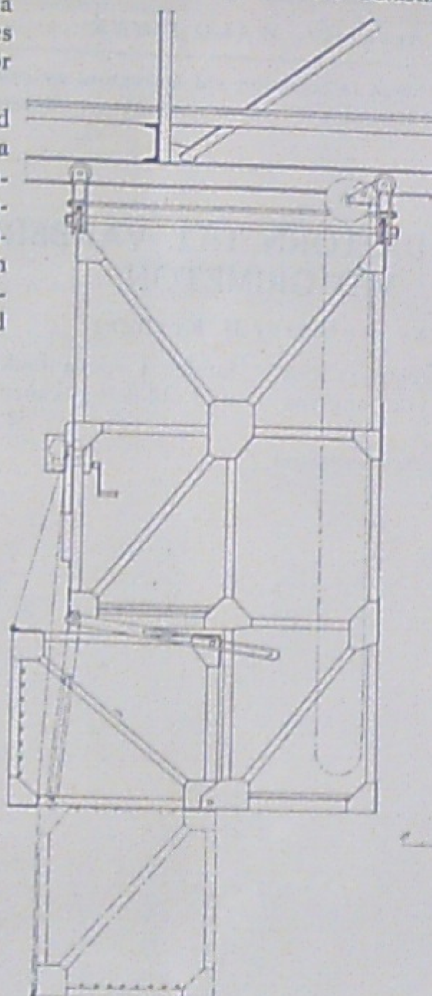


Fig. 5 a. Traverskorg till tvärarm.

mellan spetsarna. I underkanten av denna har anbragts en gångbana, och isolatorerna för antennerna hava infästats i U-balkar i jämnhöjd med gångbanans underkant. För underlättande av isolatorernas uppsättning och antennernas montering finnas i varje mellantorn två st. traverskorgar, vilka löpa å balkflänsar under gångbanan. Fig. 5 a utvisar en ritning till traverskorg och fig. 5 b en fotografi av två traverskorgar ute på tvärarmens ena sida. Förslag rörande anordningar vid traverserna ha uppgjorts av ingenjör W. Davidsson.

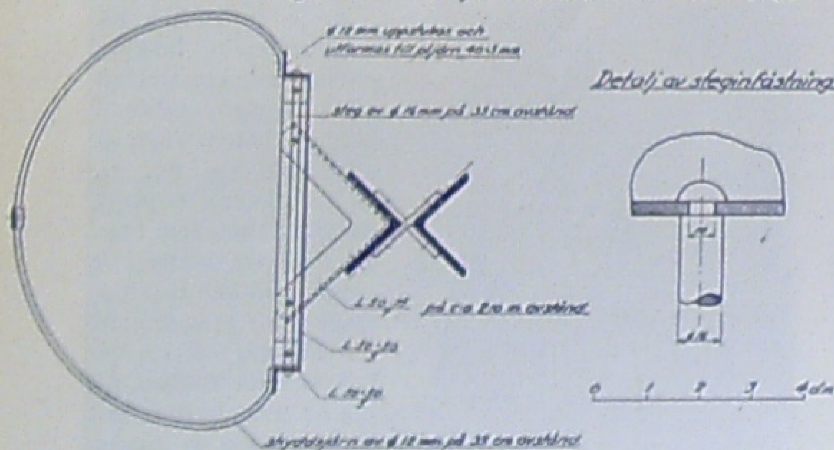


Fig. 4. Stege med ryggskydd.

Å ändtornen, där isolatorerna ju intaga snett läge, ha inga traverser utförts. Isolatorer och linfästen bliva där åtkomliga genom nedhängning av s. k. båtsmansstolar från bryggor å tvärarmen.

De belastningar, som åverka tornen, äro förutom egen-



Fig. 5 b. Tvärarm med traverskorgar.

vikt av järnkonstruktionen: vindtryck, isbark och rimfrost, snölast, antenntrådar och isolatorer.

I anläggningen ingå särskilda anordningar för smältning av isbark å antenntrådarna, men icke desto mindre har hänsyn tagits till isbarken vid beräkningarna, då det ju ej är uteslutet, att smältningsanordningen kan strejka. Den tjänstgör således endast som en extra säkerhet.

De angivna belastningarna kunna åverka tornen i en mångfald kombinationer, och vid beräkningarna hava därvid vissa bestämmelser gjorts rörande erforderliga säkerhetsgrader vid olika kombinationer. Härvid ha antagits större säkerhetsgrader vid sådana belastningsfall, som ofta kunna tänkas inträffa och mindre säkerhetsgrader vid sådana belastningskombinationer, som endast ett fåtal gånger eller kanske aldrig inträffa under tornens livstid.

I det följande skola angivas de i samråd med Telegrafstyrelsens radiobyrå utarbetade och för konstruktionerna tillämpade bestämmelserna för dels storleken av de olika slagen av belastningar, dels olika kombinationer av belastningar och därvid förutsatta säkerhetsgrader.

d. Snölast. Snölast antages uppgå till högst 100 kg/m² å tvärarmarnas gångbanor. Övrig snölast försummas.

B. *Antennbelastningar.*

Till antennlina användes 19-trådig fosforbronslina med 1,9 mm tråddiameter och 9,5 mm lindiameter. Antal antennlinor utgör 6 st. på vardera tvärarmshalvan, anbragta med ett inbördes avstånd av 2,3 m och med de yttersta linorna i tvärarmens yttre ändpunkter. (Det angivna måttet 2,3 m kom under arbetstiden att ändras till 3,0 m).

Vid antennlinjens båda ändar skola linorna infästas vid mark på ett avstånd av 160 meter från yttertornen. Inspänningen vid mark av en lina utföres med en kraft av 360 kg vid vindstilla, och de i yttertornen anbragta horisontala linorna avpassas så, att isolatorn, eller resultanten till dessa linor och de som gå till mark, intager en lutning av 30° mot vertikallinjen räknat inåt antennlinjen.

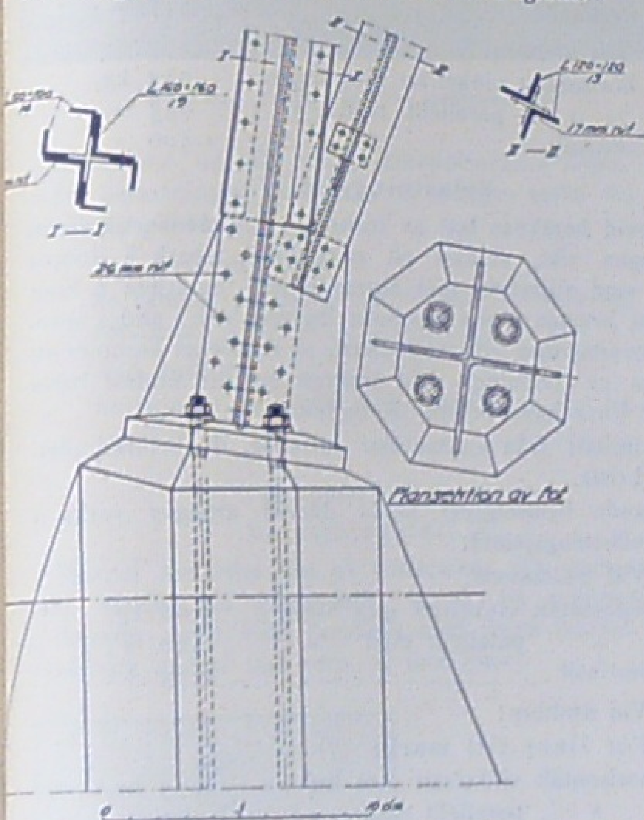


Fig. 6. Detalj till foten av ett tornben.

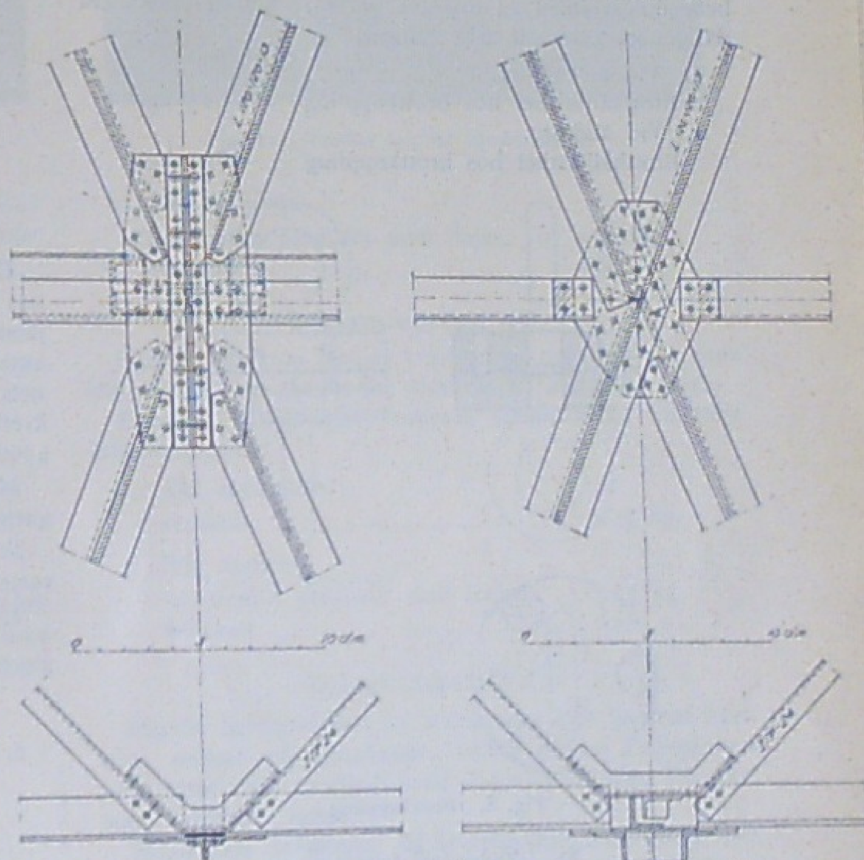


Fig. 7a. Detalj till knutpunkt o₁ i fig. 1. Fig. 7 b. Detalj till knutpunkt o i fig. 1.

Att här ingå på motivering till de fastslagna bestämmelserna skulle föra för långt.

Bestämmelser rörande belastningar m. m. vid beräkning av radiotorn vid Grimeton.

A. *Primäruppgifter rörande belastningar.*

a. Vindtryck. Mot tornen räknas ett vindtryck av 200 kg/m² vid toppen, rätlinigt avtagande till 125 kg/m² vid basen. Vindtrycket beräknas verka med ovan nämnda intensitet mot såväl främre som bakre gallerverk samtidigt. Mot antennlina belastad med isbark räknas ett vindtryck av 75 kg/m² med reduktionsfaktorn 0,75 med hänsyn till tryck mot cylindrisk yta.

b. Isbark. Isbark antages kunna bildas å antennlina till en cylindrisk beläggning med 4 cm diameter och med en volymvikt hos isbarken av 0,5 kg/dm³. Detta motsvarar 0,6 kg per lpm lina.

c. Rimfrost. Rimfrost antages uppgå till högst 2 kg per lpm antennlina och beräknas endast under antagande av samtidig vindstilla.

a. Vindbelastning vid samtidig isbark.

1. Vid mellantorn.

Vindbelastningen i horisontal led, vinkelrätt mot linjen utgör 2,25 kg per lpm isbarksbelastad lina och i vertikal led 1,08 kg per lpm varvid 0,6 kg utgöres av isbark och 0,48 kg linans egen vikt. Den resulterande belastningen är 2,5 kg per lpm.

Då tornavståndet är 380 meter verka vid detta belastningsfall i en antennlinas upphängningspunkt: 860 kg i horisontal led vinkelrätt mot linjen, 410 kg i vertikal led och resulterande 950 kg.

2. Vid ändtorn.

Med samma utgångspunkter rörande vindtryck och isbarkslast erhållas följande belastningar i en antennlinas upphängningspunkt:

horisontalt parallellt med antennlinjen	855 kg,
» vinkelrätt mot »	655 » ,
vertikalt	1 430 » ,
resulterande	1 790 » .

b. Rimfrostbelastning.

1. Vid mellantorn.

Belastning av lina och rimfrost utgör $0{,}48 + 2{,}0 = 2{,}48$ kg per lpm. Detta motsvarar en vertikal last av 950 kg i linans upphängningspunkt.

2. Vid ändtorn.

Motsvarande belastningar bliva:

horisontalt parallellt med antennlinjen	935 kg,
vertikalt	1 610 »,
resulterande	1 860 ».

C. *Brottkopplingar.*

Till undvikande av överbelastning å tornen, orsakad av exempelvis isbark tyngre än den antagna, eller av oberäkneliga vindförhållanden såsom cykloner o. d. skola samtliga antennlinor upphängas i s. k. brottkopplingar. Dessa skola vara så beskaffade, att de brista vid nedanstående belastningar (med en tolerans av ± 10 %). Tornen bliva därigenom avlastade från linorna.

1. Vid mellantorn.
   Brotthållfasthet hos brottkoppling ... 925 kg.
2. Vid ändtorn.
   Brotthållfasthet hos brottkoppling ... 1 850 kg.

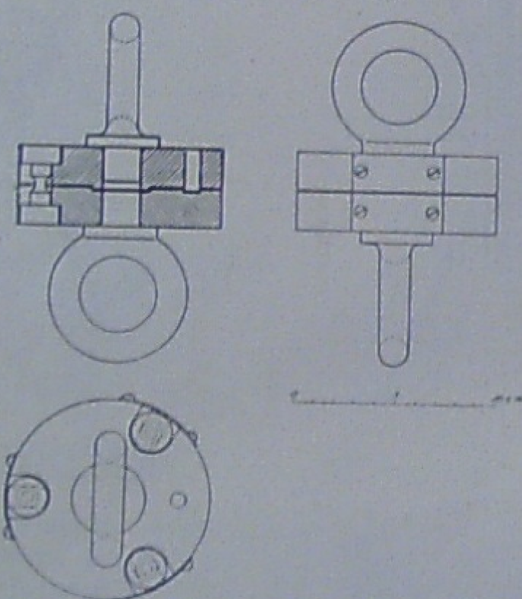


Fig. 8. Brottkoppling.

D. *Tvärarmsbelastningar.*

a. Vind vinkelrätt mot antennlinjen och samtidig isbarksbelastning.

1. Vid mellantorn.

De i det föregående angivna belastningarna i varje antennlinas upphängningspunkt skola här tillämpas, dock med tillägg av vikt av isolatorer, upphängningsjärn m. m. jämte vindtryck härå. På grund härav erhållas följande värden i varje infästningspunkt å tvärarmen:

horisontalt	500 kg,
vertikalt	960 ».

Då varje tvärarmshalva uppbär 6 trådar erhålles på vardera sidan om mitten en resulterande kraft:

horisontalt	3 000 kg,
vertikalt	5 760 ».

2. Vid ändtorn.

Motsvarande värden för ändtornen bliva:

horisontalt parallellt med linjen	855 kg,
» vinkelrätt mot »	715 »,
vertikalt	1 500 »,

allt per infästningspunkt.

b. Rimfrostbelastning.

1. Vid mellantorn.

Vid varje infästningspunkt beräknas en vertikal kraft av 1 060 kg, vari även innefattas vikt av isolatorer o. d.

2. Vid ändtorn.

Vid varje infästningspunkt beräknas inkl. vikt av isolatorer o. d. en belastning:

horisontalt i linjens riktning	905 kg,
vertikalt	1 600 ».

E. *Belastningsfall å torn.*

Belastningsfall *a'*.

Härvid beräknas last av tornets, tvärarmens och linornas egen vikt, snölast på gångbanor, isbark å linorna samt vind vinkelrätt mot linjen.

Därvid erhålles vid varje infästningspunkt:

1. Vid mellantorn:

horisontalt vinkelrätt mot linjen	500 kg,
vertikalt	965 ».

2. Vid ändtorn:

horisontalt vinkelrätt mot linjen	715 kg,
» parallellt med »	855 »,
vertikalt	1 500 ».

Belastningsfall *b'*.

Härvid beräknas last av tornets, tvärarmens och linornas egen vikt, snölast på gångbanor, isbark å linorna jämte vind vinkelrätt mot antennlinjen. Samtliga 6 linor antagas brustna i ena spannets lägrupp och i andra spannets lovartsgrupp vid mellantorn, så att tornet kommer att åverkas av vridning. Vid ändtorn antages endast halva antalet linor hava brustit på motsvarande sätt.

Maximilast från antennlinor inträffar, då brottkopplingarna brista.

Följande belastningar skola därvid antagas verka i varje infästningspunkt:

1. Vid mellantorn:

horisontalt vinkelrätt mot linjen	560 kg,
» parallellt med »	440 »,
vertikalt	375 ».

2. Vid ändtorn:

För linor till mark:

horisontalt vinkelrätt mot linjen	275 kg,
» parallellt med »	1 275 »,
vertikalt	1 280 ».

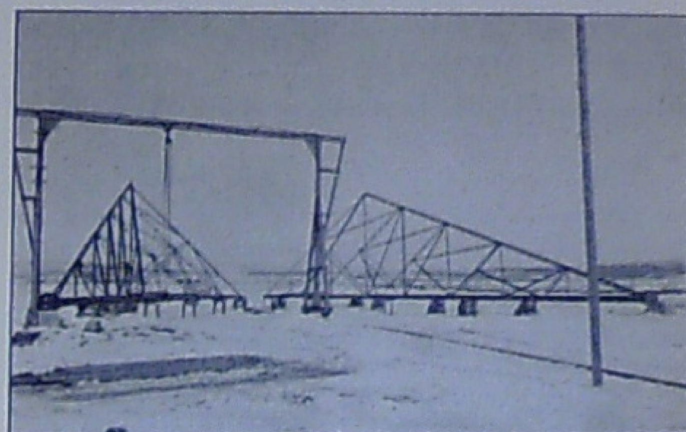


Fig. 9. Travers av trä för arbetet vid tornbenens hopsättning på marken.

För linor till nästa mellantorn:

horisontalt vinkelrätt mot linjen	490 kg,
» parallellt med »	1 730 »,
vertikalt	260 ».

Belastningsfall *c'*.

Härvid beräknas last av tornets, tvärarmens och linornas egen vikt, snölast på gångbanor, vind parallellt med linjen samt isbark å läspannets linor. Samtliga linor i lovart antagas brustna.

Följande belastningar kunna därvid antagas per infästningspunkt:

1. Vid mellantorn:
   horisontalt parallellt med linjen ...... 200 kg,
   vertikalt .... 300 » .

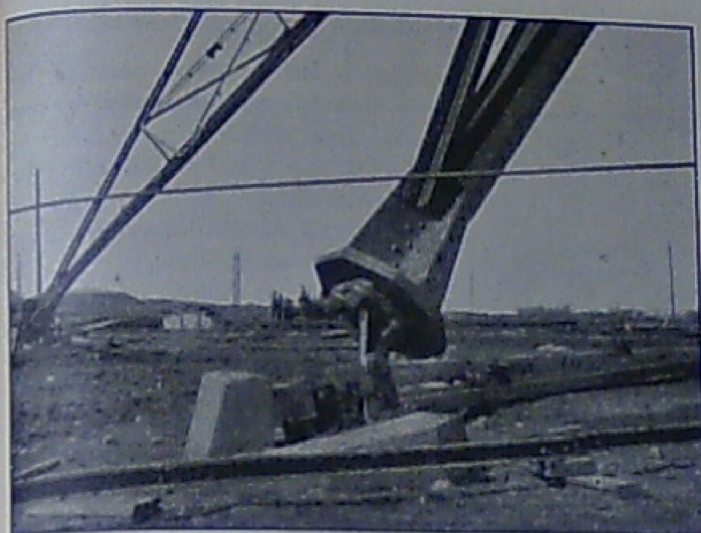


Fig. 10. Vridbar led vid tornbenets fot.



Fig. 11. Vridbar led vid tornbenets fot.

Maximilast uppstår, då brottkopplingarna brista. Följande belastningar skola därvid antagas verka vid varje infästningspunkt:

1. Vid mellantorn:
   horisontalt parallellt med linjen ...... 940 kg,
   vertikalt .... 300 » .
2. Vid ändtorn:
   horisontalt parallellt med linjen ... 1 830 kg,
   vertikalt .... 300 » .

F. *Belastningsfall å tvärarm.*

Belastningsfall *a''*.

Härvid beräknas last av tvärarmens och linornas egen vikt, snölast på gångbanor, isbark på samtliga linor i läspann samt vind parallellt med linjen (varvid räknas vindtryck endast mot torn, ej mot linor).

2. Vid ändtorn:
   horisontalt parallellt med linjen ...... 530 kg,
   vertikalt .... 805 » .

Belastningsfall *b''*.

Härvid beräknas last av tvärarmens och linornas egen vikt, snölast på gångbanor, rimfrost å linor utan vind.

Följande belastningar beräknas därvid verka vid varje infästningspunkt.

1. Vid mellantorn:
   vertikalt .... 1 065 kg,
2. Vid ändtorn:
   horisontalt parallellt med linjen ... 905 kg,
   vertikalt .... 1 600 » .

Belastningsfall *c''*.

Härvid beräknas last av tvärarmens och linornas egen vikt, snölast på gångbanor, isbark endast å läspannets linor samt vind parallellt med linjen. Samtliga linor antagas brustna i lovart.

Maximilast beräknas, då brottkopplingarna brista, och antages enligt nedanstående för varje infästningspunkt.

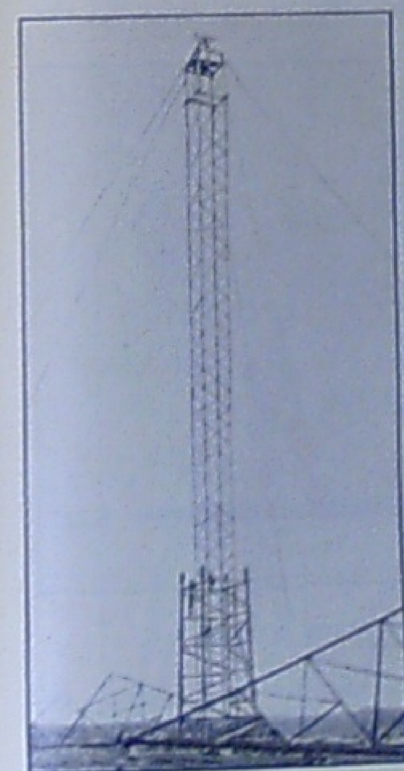


Fig. 12. Hjälpmast med den för dess byggande använda träställningen till en del ännu kvarstående.

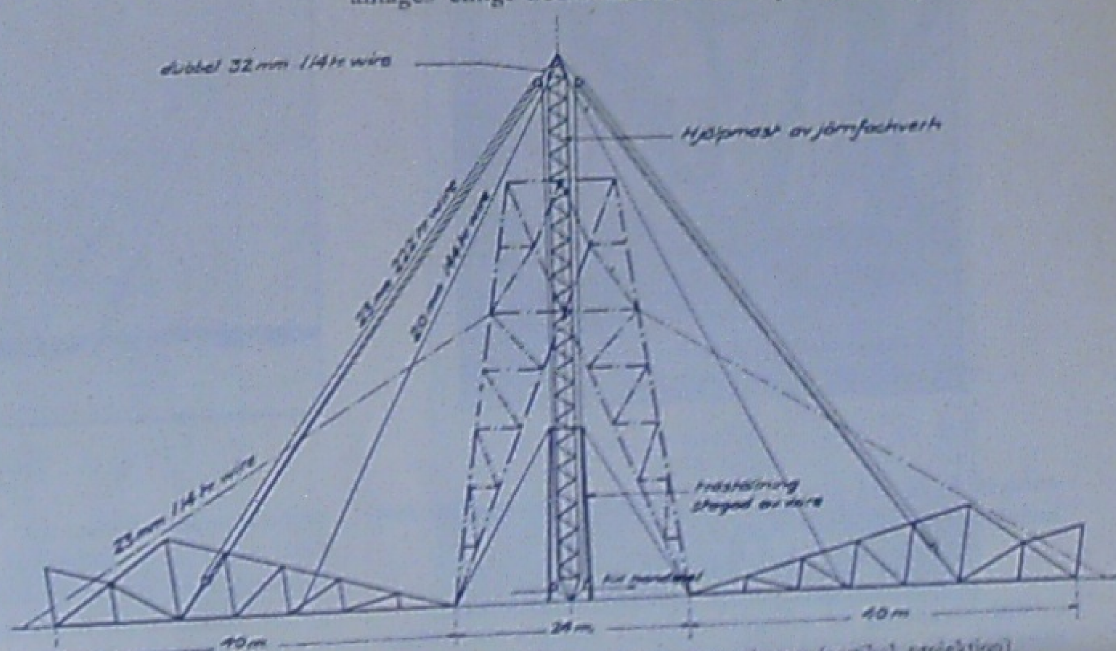


Fig. 13. Schematisk bild av anordningar för resning av tornbenen (vertikal projektion).

1. Vid mellantorn:
   horisontalt parallellt med linjen ... 1 035 kg,
   vertikalt .... 300 ».
2. Vid ändtorn:
   horisontalt parallellt med linjen 1 830 kg,
   vertikalt .... 300 ».

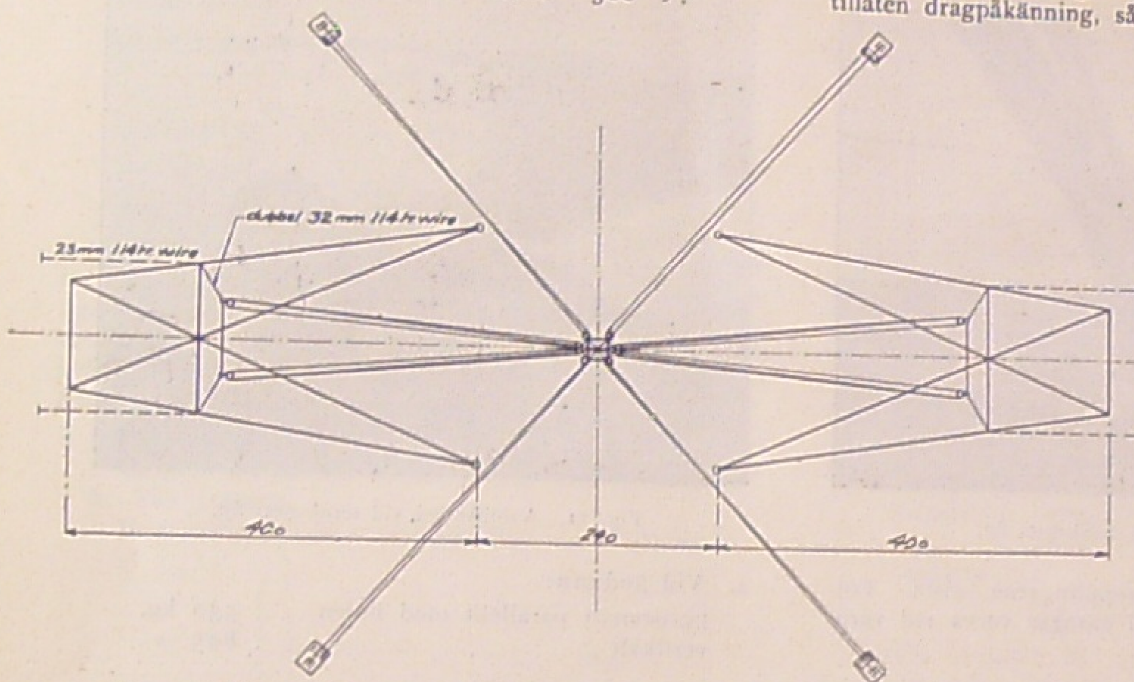


Fig. 14. Schematisk bild av anordningar för resning av tornbenen (horisontal projektion).

G. *Tillåtna påkänningar samt säkerhetsgrader.*

a. Vid tornkonstruktion.

Vid beräkning av stångdimensioner antages vid belastningsfall *a'* en tillåten påkänning av högst 1 250 kg/cm² vid dragning och böjning samt en säkerhetsgrad av minst 3 vid knäckning.

Vid belastningsfall *b'* och *c'* skola tillåtna påkänningar vid dragning och böjning icke överskrida flytgränsen, som



Fig. 15. Detalj av hjälpmastens fot med där infästade block.

antages ligga vid 2 300 kg/cm² och säkerhetsgraden mot knäckning får ej understiga 1,5.

b. Vid tvärarmskonstruktion.

Vid beräkning av stångdimensioner antages vid belastningsfall *a''* och *b''* en tillåten påkänning av högst 1 000 kg/cm² vid dragning och böjning samt en säkerhetsgrad av minst 4 vid knäckning.

Vid belastningsfall *c''* tillämpas samma bestämmelser som vid belastningsfall *b'* och *c'* för tornkonstruktion.

Tillåten påkänning vid skjuvning sättes till 75 % av tillåten dragpåkänning, såväl vid torn- som vid tvärarmskonstruktion.

Utöver ovan nämnda belastningar tillkommer för samtliga *mellan*torn en kraft av 6 ton i 30° vinkel mot vertikallinjen, se fig. 1. Denna kraft är förorsakad av linor för nedledning.

De av Staten 1919 utfärdade järnbestämmelserna hava i tillämpliga delar använts. Det till torn och tvärarmar använda järnet förutsattes vara »götjärn kl. B».

Verkställd utredning visade, att det i ifrågavarande fall icke var lämpligt nedbringa dimensionerna genom att använda »götjärn kl. A».

De under arbetets gång utförda provningarna av materialet hava visat ett fullgott resultat.

Samtliga fötter till tornen äro av stålgjutgods.

Fotkonstruktionen framgår av fig. 6.

Tornens vikt uppgår för fyra mellantorn till c:a 130 ton per st. och för två ändtorn till c:a 160 ton per st. eller tillsammans c:a 840 ton.

Vid sektionsbildningar för tornets stänger befanns lämpligt utföra hörnsträvorna av 2 st. sinsemellan väl förbundna grövre vinkeljärn med ryggarna mot varandra samt de yttre flänsarna förstärkta med mindre vinkeljärn. Sektion av nedersta hörnsträvan $L\frac{160 \times 160}{19}$ framgår av fig. 6. Spänningarna i hörnsträvorna minska uppåt tornet, och med den valda sektionen gick det lätt att verkställa ekonomiskt sektionsbyte. De övre hörnsträvorna bestodo endast av 2 st. sinsemellan väl förbundna vinkeljärn med ryggarna mot varandra, utan anbringande av flänsförstärkningar såsom i de nedre partierna.

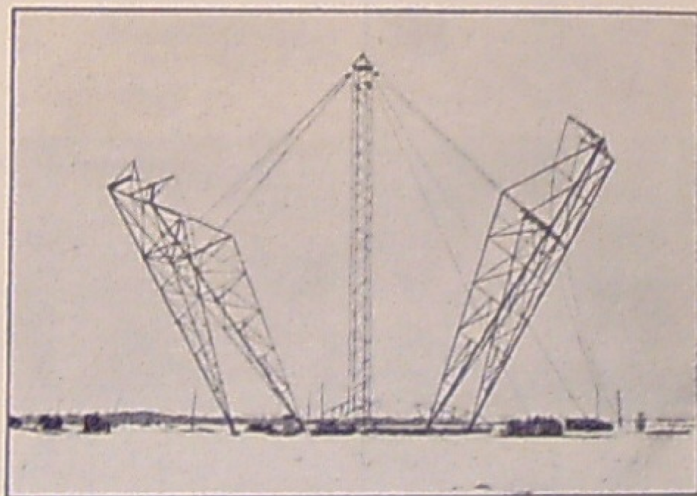


Fig. 16. Tornbenen under resning.

I det följande framgår, att tornens nedre delar monterats på marken och rests mot varandra. Knutpunkten o₁

å fig. 1 måste därför i två motsatta tornsidor utbildas på så sätt, att den utgöres av två halvor, som kunna förenas. Fig. 7 a utvisar denna knutpunkt såsom delad i två symmetriska delar och fig. 7 b visar motsvarande knutpunkt o i de tornsidor, som ligga vinkelrätt mot de förra.

Stängernas utbildning och infästning är i övrigt ganska enkel, varför järnkonstruktionsdetaljerna ej närmare behandlas.

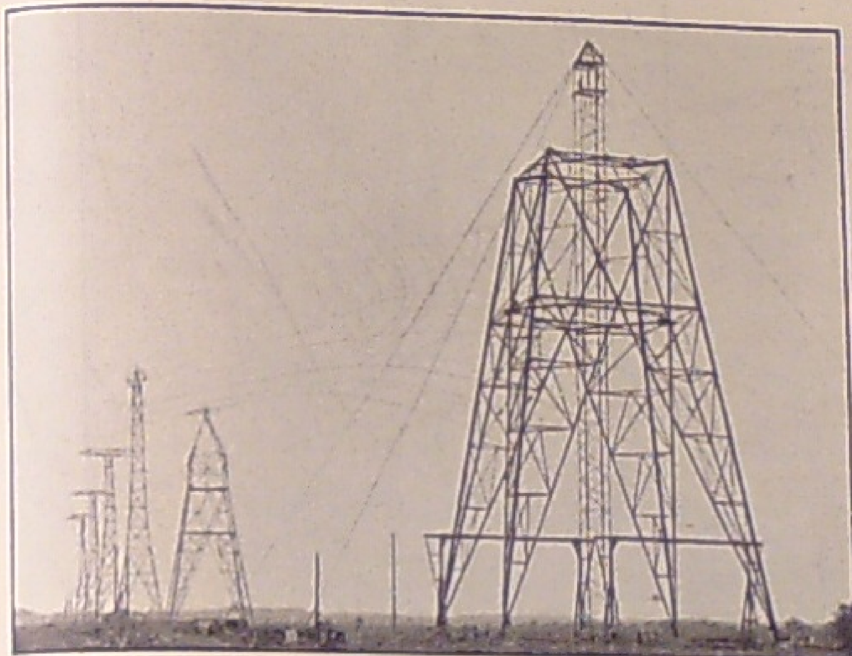


Fig. 17. Tornbenen efter resningen.

Däremot torde det vara lämpligt beskriva de föreslagna brottkopplingarna, eftersom deras konstruktion principiellt avviker från annorstädes använd.

Fig. 8 utvisar konstruktionen, som är utförd av tre små gjutjärnsstavar mellan två brickor med öglor. Den ena öglan fästes med schackel vid isolatorn, och i den andra upphänges antennlinan. Vid överbelastning brista gjutjärnsstavarna. Som bekant är gjutjärn i och för sig mycket sprött, men för att dock med säkerhet undvika töjning samt tidsinverkan har en ursvarvning utförts, som skarpt markerar brottstället. Givetvis fordras ett synnerligen



Fig. 20. Korgar i hörnknutpunkt.

jämnt gjutgods. Vid utförda provningar å brottkopplingar, som levererats av A.-b. Gerh. Arehns mek. verkstad, ha synnerligen jämna resultat ernåtts. Till skydd mot rost doppas brottkopplingarna lämpligen i smält talg med tillsats av blyvitt.

Av särskilt intresse är den av A.-b. Lindholmen-Motala (avd. Motala verkstad) för tornens utförande tilläm-

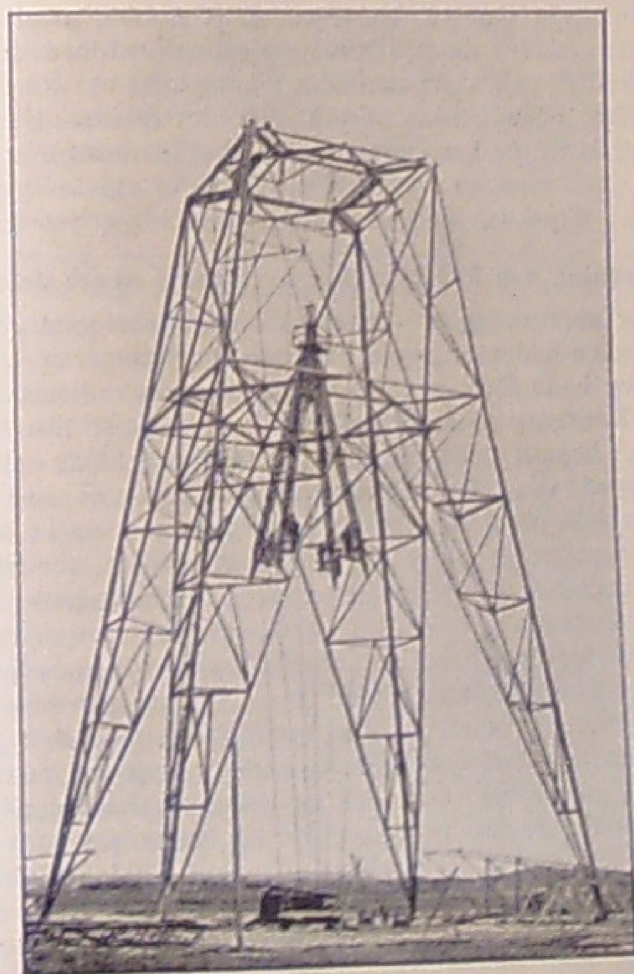


Fig. 18. Upphissning av montagekran.

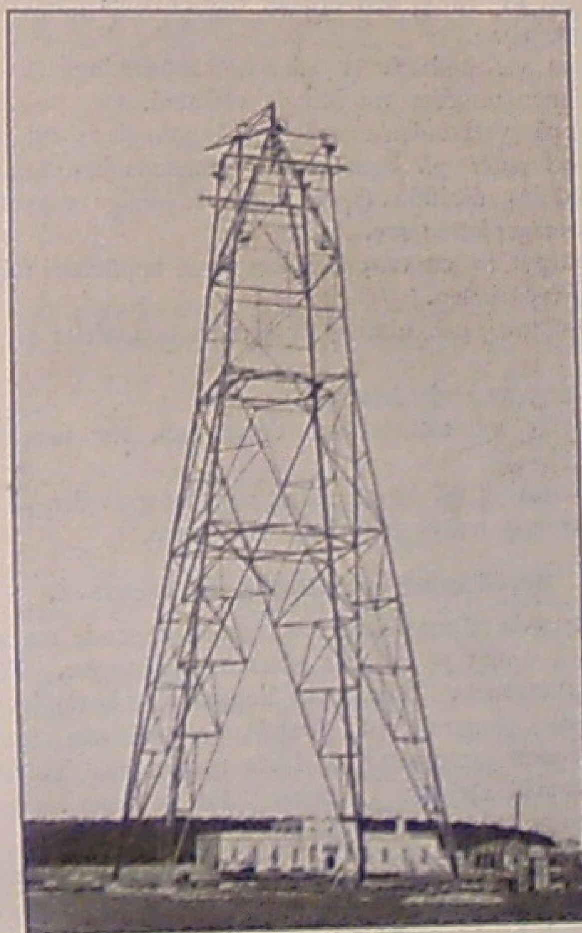


Fig. 19. Montagekran i arbete.

pade monteringsmetoden, som nedan skall närmare beskrivas. Järnet valsades delvis vid Motala verkstad, delvis vid Domnarvet och delvis vid Avesta. Genom den långvariga järnbrukskonflikten blev järnleveransen avsevärt försenad. Tornen, som kontraktsenligt skulle varit färdiga den 15

— tornfoten — infästes medelst 4 st. 3" bultar i en platta, som med en gångjärnsled förenades med en sko, fastskruvad i tornfundamentets bultar. Denna ledanordning framgår i olika lägen av fig. 10 och 11. För upptagande av horisontalkrafter vid benens resning hade be-

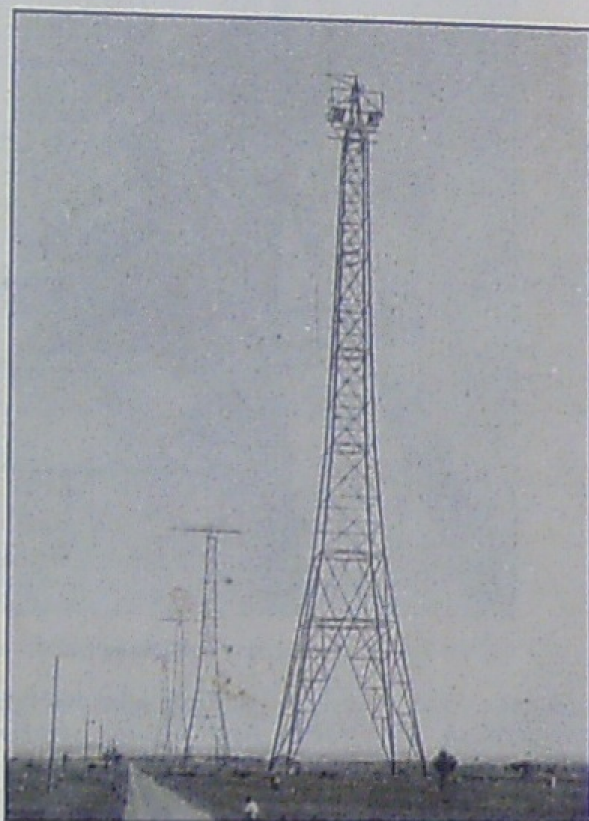


Fig. 21. Radiotorn med montagekran i toppen.

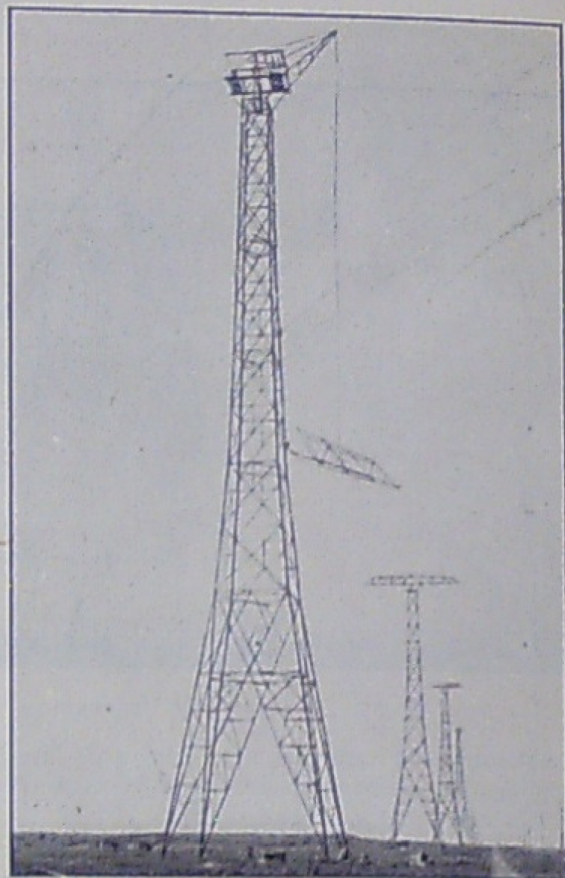


Fig. 22. Upphissning av tvärarmshalva.

sept. 1923, kunde därför ej börja resas på platsen förrän i början av 1924, och arbetet fullbordades först i slutet av sept. 1924.

Själva verkstadsarbetet och sammanpassningen av konstruktionen utfördes vid Motala verkstad.

De på verkstaden sammannitade stängerna till tornen transporterades på bantåg till Grimetons järnvägsstation och kördes därifrån den 2 till 4 km långa vägsträckan till montageplatsen med traktortåg.

Montaget av ett torn kan lämpligen uppdelas i följande fyra huvudarbeten.

Hopsättning och nitning av tornets nederdelar på marken.

Resning av nederdelarna.

Montage av tornets övre delar fack för fack (höjdmontage).

Upphissning till toppen samt infästning av den på marken i tvenne halvor hopnitade tvärarmen.

Hopsättning och nitning av tornbenen.

De tyngsta sammannitade stängerna vägande c:a 4 ton utlades å direkt på marken placerade pallningar. För de övriga stängernas ',ftande och hoppassning användes 2 st. träraverser, löpande på 3 spår, det mellersta i tornets mittlinje och gemensamt för båda traverserna. Traversernas spännvid utgjorde 14 meter. En av dessa traversers uppställning under montagearbetet framgår av fig. 9. Traverserna synas båda å fig. 17. De c:a 40 meter höga nedre delarna av tornet uppriktades och hopnitades till en början liggande i 4 lika delar — varje »ben» för sig — för att möjliggöra traversernas fria passage. Den nedersta ändan

tongfundamenten försetts med en armerad »betongklack», vilken även synes å figurerna. Efter nitning av de fyra »benen» skötos dessa tillsammans två och två medelst sliddomkrafter och sammannitades i knutpunkt o. Nitningen utfördes pneumatiskt. Tryckluften levererades från en elektriskt driven kompressor med en behållarevolym om 3,5 kbm och med ett tryck av 7 atmosfärer vid behållarens uttag. Tryckledningens längd utgjorde högst 500 meter.

Resning och hopskruvning av tornets nedre delar.

För uppresning av »benen» till deras slutliga läge användes en hjälpmast av det utseende, som framgår av fig. 12. Masten hade förut använts vid montage av radiomasterna vid Karlsborg och bestod av 4 st. ungefär lika långa delar, hopsatt mätande c:a 52 meter i höjd, och var beräknad tåla ett centriskt verkande tryck av 200 ton.

För hjälpmastens montage uppbyggdes en c:a 17 meter hög träställning av sparrar och plank, vilken söndertogs och hopsattes vid varje mastresning. Den översta delen av hjälpmasten upphissades i träställningen med hjälp av de fyra för tornets resning avsedda kraftiga 5,5 tons-spelen, fastgjordes och försågs med 4 st. 20 mm galvaniserade avhållslinor till 4 st. mindre, symmetriskt placerade spel. Den andra mastdelen hissades därefter upp och fastskruvades i den övre, varpå den sammansatta delen upphissades ytterligare c:a 13 meter för att lämna plats för den tredje delen osv. Upphissad till full höjd nedsänktes hjälpmasten på en fot, fastskruvad i ett särskilt för detta ändamål utfört betongfundament i det blivande tornets centrum och uppriktades med hjälp av avhållslinorna, varpå träställningen nedtogs och hjälpmasten »riggades»

med 4 st. i toppen medelst stroppar centriskt infästade 2-skurna block. I vart och ett av dessa inskars en 23 mm extra böjlig stålewire, vilken löpte genom ett analogt block i vart och ett av de 4 »benen» och genom fotblock i hjälpmasten löpande ut till de 4 hisspelen. Före resningen av tornets nederdelar utfördes en del förstärkningar med trä av stänger, vilka under resningen beräknades bliva hårdare ansträngda än vid för det färdiga tornet förutsatta belastningsfall. En schematisk bild av anordningar för resning av tornets nedre del framgår av figurerna 13 och 14. Fig. 15 utvisar en detalj av hjälpmastens fot samt de där anbragta nedre blocken.

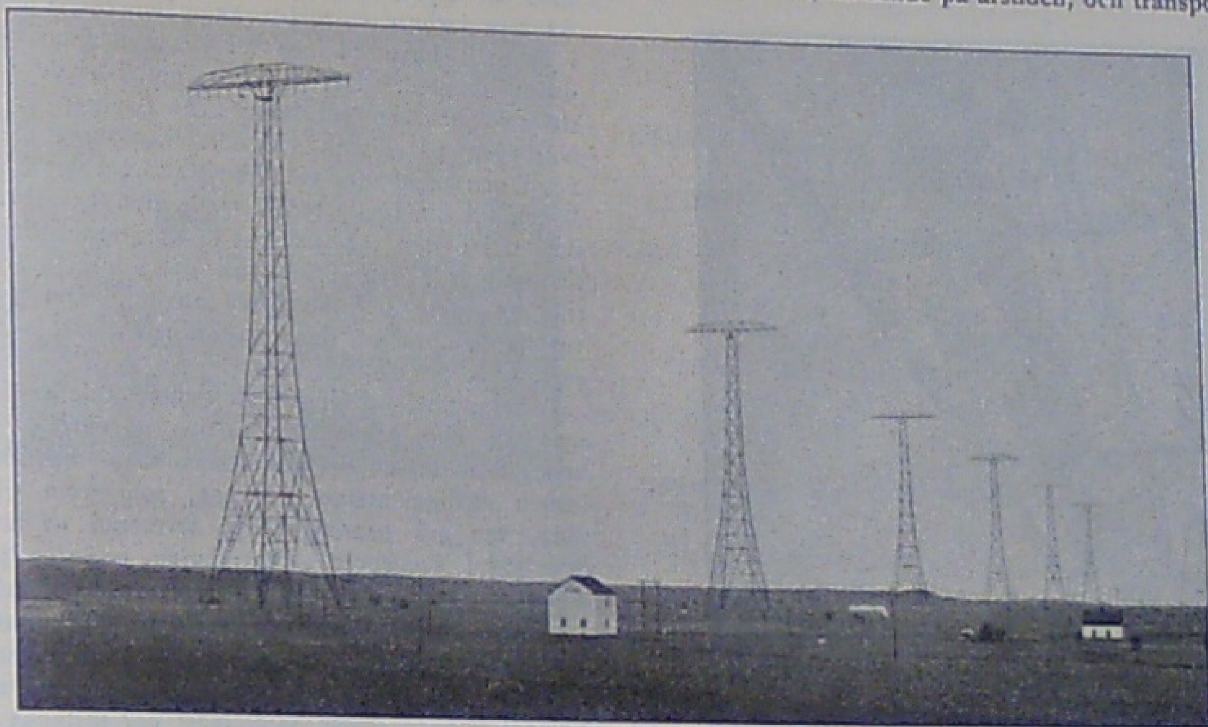


Fig. 23. Radiotorn med monterade tvärarmar.

Resningen utfördes kring tapparna i ovan beskrivna leder med hjälp av förutnämnda hisspel. Fig. 16 utvisar en bild av resningen. Då de båda halvorna kommit till sådant läge, att tyngdpunkten befann sig rakt över understödspunkten, började avhållslinorna (23 mm stålwire, medelst lüderska block fästade i fundamentet i marken) att tjänstgöra. Genom firning i dessa fälldes benen från jämviktsläget till det slutliga läget, då de stödde mot varandra se fig. 17. Genom före resningen vidtagen noggrann injustering av gångjärnstapparna i samma höjdläge kunde exakt inpassning ernås vid de båda halvornas möte. Därefter verkställdes hopskruvning i den knutpunkt, där halvorna sammanstötte. Denna punkts utbildning är förut visad i fig. 7 a.

För resningen åtgick en arbetsstyrka av c:a 50 man, varav c:a 12 man fördelades på tvenne lika stora avlösningar vid varje spel och de övriga för tillsyn av block m. m. I god tid innan tornbenen nått jämviktsläget avdelades ungefär halva arbetsstyrkan till de förut nämnda avhållen. Resningen tog i medeltal i anspråk en tid av 6,5 timmar. Tornnederdelarna med hissblock, linor m. m. vägde vid mellantornen c:a 66 ton och vid ändtornen c:a 75 ton.

Sedan tornbenen hopskruvats, avlägsnades bultarna, med vilka fötterna voro infästade i gångjärnen, och hela den hopskruvade konstruktionen lyftes ett litet stycke med hjälp av hisspelen i hjälpmasten, så att fotlederna kunde avlägsnas, varefter konstruktionen nedsänktes på fundamenten. För styrning av benen voro avhåll anordnade i desamma. Vid ändmasterna anordnades för säkerhets skull hydrauliska 50-tons domkrafter, placerade en vid varje ben, till hjälp vid lyftningen och sänkningen.

Då tornnederdelen väl förankrats i fundamenten vidtog nedtagningen av hjälpmasten. Denna försiggick även med hjälp av hisspelen, dock användes härvid blott enkel lina. Masten nedtogs del för del, som lastades direkt på vagn eller släde, beroende på årstiden, och transporterades med traktor till nästa montageställe. Härefter hopsattes på marken på den plats, där hjälpmasten stått, en kran för det fortsatta montaget av tornet, »höjdmontaget». Denna kran bestod av 4 ben, i nedre delen försedda med hjul och linskiva. Den övre delen var genom en led infäst i en ring, som löpte på en kranstock, vilken i sin övre ände uppbar den vridbara kranarmen. Montagekranen upphissades i hopsatt skick, se fig. 18, till de resta tornbenens övre plan med hjälp av hisspelen. I underkant på kranstocken var fästad en linskiva, i vilken löpte en 16 mm stålwire till ett elektriskt drivet hisspel, placerat på marken under masten. För montaget av de sex radiotornen användes inalles tre sådana kranar med tillhörande spel, för möjliggörande av höjdmontage å tre torn samtidigt. Fig. 19 visar montagekranen i arbete.

Höjdmontaget.

I ovannämnda, elektriskt drivna spel hissades de färdignitade stängerna med en hastighet av c:a 13 met/min. — motorn å 12 hkr — till montagekranen, där en man från en å kranen fäst »korg» kopplade varje stång till kranen, medelst vilken den sedan placerades ut på sin plats och fastskruvades med bultar. För hopskruvningen voro i de 4 hörnknutpunkterna anordnade »korgar» för 2 à 3 personer (fig. 20), fastgjorda med kättingar. För hopsättning av stängerna i de inre knutpunkterna samt i tornbenen mitt emellan hörnknutpunkterna voro anordnade tvenne c:a 11 meter långa »bryggor» av järnfackverk, vilka upphängdes i kättingar och vilka medelst kranen manövrerades över tornhörnen till invidliggande sida av tornet. Korgarna och bryggorna hissades uppåt fack för fack, allteftersom tornet växte i höjden. Då ett fack hopskruvats och korgarna samt bryggorna upphissats, hissades kranen till toppen av detta fack med hjälp av 4 handspel, inbyggda i tornbenen och förankrades på nytt i tornhörnen. Fig. 21 visar ett färdigmonterat torn så när som på infästningen av tvärarmen. Då montaget hunnit till denna punkt kunde montagekranen nedtagas.

Upphissning av tvärarmen.

Tvärarmen hopnitades i 2 halvor på marken. Halvorna upphissades var för sig i ett i torntoppen uppsatt järnfackverk i vars övre del hisslinan löpte över en linskiva samt vidare över en brytskiva i torncentrum ned till spelet på marken. Tvärarmshalvan hissades i lutande läge (fig. 22). Sedan den inpassats i torntoppens knutpunkter, vreds den på dornar till horisontalt läge. Sedan ena halvan hopskruvats med tornet, flyttades järnfackverket över till motsatta sidan i och för upphissning av den andra halvan. Sedan denna upphissats, återstod blott infästning av en del järn till gångbanorna, handräcken och balkar för isolatorernas upphängning.

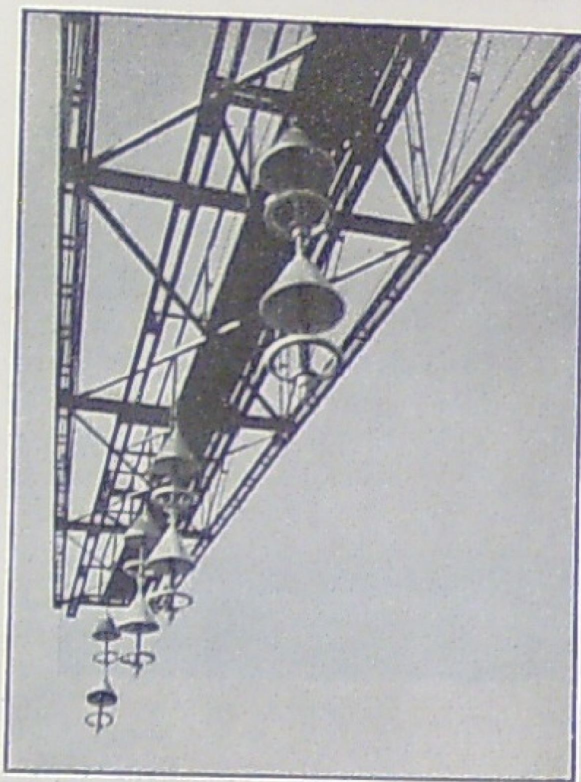


Fig. 24. Isolatorernas upphängning under tvärarmens gångbana.

Fig. 23 utvisar de färdiga tornen. Av fig. 24 framgår isolatorernas upphängning under tvärarmens gångbana.

Tid för arbetets utförande.

Arbetet tog sin början omkring den 1:sta nov. 1923 med en styrka av 15 man och utökades successivt till 65 man i slutet av maj 1924. Den första månaden togs i anspråk huvudsakligen för järntransporter och förberedande arbeten. Det första tornet började hopsättas i slutet av nov. 1923 och det sista i mitten av juni 1924. Nitningen påbörjades vid det första tornet den 18 dec. 1923 och avslutades vid det sista tornet den 8 aug. 1924. Benen till det första tornet restes den 13 febr. 1924, till det andra den 14 mars, till det tredje den 10 april, till det fjärde den 3 juni, till det femte den 2 juli och till det sjätte och sista den 29 juli. Det första tornet var färdigmonterat den 7 juli 1924, det sista den 22 sept. s. å.

Arbetet med målning av tornen påbörjades den 24 maj med 15 man och avslutades den 10 oktober. Målning verkställdes till en del på marken men i huvudsak, sedan tornen färdigmonterats. Färgen, som kom till användning, var grå pansarfjällfärg, levererad av färgfabriken Standard i Trelleborg. Bestrykning utfördes på platsen 2 gånger ovanpå den vid verkstaden verkställda mönjningen.

Sammanlagda arbetstiden utgjorde för montagearbetet c:a 95 000 timmar, fördelade på 216 arbetsdagar. Arbetet har avsevärt försenats på grund av hård blåst under sammanlagt c:a 40 dagar, samt måst *helt* inställas på grund av oväder under sammanlagt 16 dagar. Höjdmontaget måste nästan helt inställas under mars och april och delvis i maj månad på grund av låg temperatur och samtidigt härskande besvärande blåst.

Av visst intresse äro de iakttagelser, som gjordes rörande möjlighet för arbetets utförande i olika väderlek.

I stort sett omöjliggjordes allt höjdmontage, då vindstyrkan översteg 5 met/sek. och temperaturen samtidigt understeg + 5° C, eller då vindstyrkan översteg 10 met./sek. och temperaturen samtidigt understeg + 12° C, eller då vindstyrkan översteg 12 met./sek. och temperaturen understeg + 15° C.

I undantagsfall pågick montage i över 15 meters vind, då temperaturen översteg 15° C.